

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

⑥日本国特許庁(JP)

①特許出願公開

②公開特許公報(A) 平3-210560

⑤Int.Cl.⁶

G 03 F 1/08
H 01 L 21/027

識別記号

府内整理番号

A 7428-2H

③公開 平成3年(1991)9月13日

2104-5F H 01 L 21/30 301 P

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全5頁)

④発明の名称 投影露光用マスク

⑤特 願 平2-7573

⑥出 願 平2(1990)1月16日

⑦発明者 浅井了 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社
内

⑧発明者 羽入勇 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社
内

⑨出願人 富士通株式会社 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

⑩代理人 弁理士 井桁貞一

明細書

1. 発明の名称

投影露光用マスク

2. 特許請求の範囲

幅W₁の主開孔部(1)と、該主開孔部(1)の両側或いは片側に該主開孔部(1)と平行に形成された幅W₂の副開孔部(2a, 2b)を有する投影露光用マスクであって、

投影露光装置の開口数をNA、縮小倍率をm、露光波長をλとする時、該幅W₁は0.5 × m × (λ/NA)以下であり、該幅W₁に対する該幅W₂の比は0.4 ~ 0.6の範囲であり、該主開孔部(1)の中心線と該副開孔部(2a, 2b)の中心線の間隔はほぼ1.2 × m × (λ/NA)であることを特徴とする投影露光用マスク。

3. 発明の詳細な説明

〔概要〕

投影露光用マスクに関し、

微細パターンに対して寸法忠実度が高く、現像されたレジスト膜のパターン断面が垂直な投影露光用マスクの提供を目的とし、

幅W₁の主開孔部と、該主開孔部の両側或いは片側に該主開孔部と平行に形成された幅W₂の副開孔部を有する投影露光用マスクであって、投影露光装置の開口数をNA、縮小倍率をm、露光波長をλとする時、該幅W₁は0.5 × m × (λ/NA)以下であり、該幅W₁に対する該幅W₂の比は0.4 ~ 0.6の範囲であり、該主開孔部の中心線と該副開孔部の中心線の間隔dはほぼ1.2 × m × (λ/NA)である投影露光用マスクにより構成する。

〔産業上の利用分野〕

本発明は投影露光用マスクに関する。

近年、LSIの高速化、高集成化に伴い、より微細なリソグラフィー技術が要求されている。

その技術の一つとして、位相シフトマスクを用いた露光技術が注目されているが、マスク作成ア

ロセスが複雑である。

そのため、位相シフトマスクを用いないで微細なパターンを作成できるリソグラフィー技術が望まれる。

〔従来の技術〕

形成しようとするレジストパターンの幅が露光波長が影響するほど微細になると、現像されたレジストパターンの断面形状の切れが悪くなったり傾斜が大きくなったり、現像余裕度がなくなったりして、レジストパターンの幅を設計値通り忠実に形成することが困難となる。

この困難を避ける手法として、位相シフトマスクを用いた露光技術がある。投影露光用マスクのある開孔部を選択して、そこに半波長の位相差を与える被膜（位相シフタ）を選択的に形成しておくと、そこを通る光はその開孔部に接近して配置されている隣接の開孔部を通る光と半波長の位相差を生じ、両者を合成するとレジストの開孔部の端では露光強度分布の形状がシャープになる。

幅 W_1 に対する該幅 W_2 の比は 0.4 ~ 0.6 の範囲であり、該主開孔部 1 の中心線と該副開孔部 $2a$, $2b$ の中心線の間隔 d はほぼ $1.2 \times m \times (\lambda / NA)$ である投影露光用マスクによって解決される。

〔作用〕

第1図(a)乃至(c)は本発明の原理を説明するための図である。

第1図(a)は本発明の投影露光用マスクの平面図で、1は幅 W_1 の主開孔部、 $2a$, $2b$ は幅 W_2 の副開孔部を示し、 d は主開孔部 1 の中心線と副開孔部 $2a$, $2b$ の中心線の間隔を表す。

第1図(b)はレジスト膜に露光される光の電界強度を示し、 $3a$ は主開孔部 1 を通った光の電界強度、 $3b$ は副開孔部 $2a$, $2b$ を通った光の電界強度、 $3c$ は両者の光を合成した電界強度を表す。

この図に見るように、主開孔部 1 下のレジスト膜では合成の電界強度は中央部が大きく、境界部で急激に変化するプロファイルとなる。これは、主

しかし、位相シフタを効果的に形成するのは困難で、その膜厚、品質の均一性、形成する位置の選択等が露光現像後のレジストパターンに大きく影響する。

〔発明が解決しようとする課題〕

従って、高均一、高精度のレジストパターンを形成するために位相シフタを付加することは困難であるといった問題を生じていた。

本発明は位相シフタを付加することなく微細なレジストパターンを高精度に形成するための投影露光用マスクを提供することを目的とする。

〔課題を解決するための手段〕

上記課題は、幅 W_1 の主開孔部 1 と、該主開孔部 1 の両側或いは片側に該主開孔部 1 と平行に形成された幅 W_2 の副開孔部 $2a$, $2b$ を有する投影露光用マスクであって、投影露光装置の開口数を NA 、縮小倍率を m 、露光波長を λ とする時、該幅 W_1 は $0.5 \times m \times (\lambda / NA)$ 以下であり、該

開孔部 1 を通る光と副開孔部 $2a$, $2b$ を通る光の干渉効果による。

第1図(c)は光強度 I のプロファイルを示す。光強度 I は合成の電界強度 $3c$ の自乗に比例する。

このようにして、主開孔部 1 とその両側に副開孔部 $2a$, $2b$ を形成した投影露光用マスクを用いることにより、レジスト膜上での露光の強度を上げ、かつそのプロファイルをシャープにすることができる。

副開孔部は主開孔部の片側に形成しても、その側ではプロファイルをシャープにする効果があり、パターンの設計上副開孔部を片側にしか形成できない場合に有効である。

本発明が効果を發揮するのは、幅が $0.5 \times (\lambda / NA)$ 以下の微細なレジストパターンを形成する時であって、それより大きいレジストパターンの場合には、殊更本発明の投影露光用マスクを使用する必要はない。

幅 W_1 に対する幅 W_2 の比 (W_2 / W_1) が 0.4 より小さいと副開孔部を形成した効果が小さ

特開平3-210560(3)

く、0.6より大きいと副開孔部下のレジスト膜が露光され過ぎて、現像後孔が開く可能性が大きくなつて望ましくない。

主開孔部1の中心線と副開孔部2a, 2bの中心線の間隔dをほぼ $1.2 \times m \times (1/NA)$ とすると、副開孔部2a, 2bを通った光が主開孔部1を通つた光を強めるのに最も効果的で、かつレジストパターンの端部をシャープに形成するのに効果的である。

【実施例】

第2図(a), (b)は本発明の実施例を説明するための図であり、以下これらの図を参照しながら説明する。

開口寸法NAが0.45、露光波長λが435.8 nm、可干渉性の程度を表すσが0.3の5:1縮小投影露光装置を用いる時の投影露光用マスクの設計例について説明する。

第2図(a)は開口寸法をウエハー上で0.4 μm($=0.41 \times (1/NA)$)とする時の投影露光用

マスクの平面図で、主開孔部1の幅W₁は2 μm、副開孔部2a, 2bの幅W₂は1 μmであり、主開孔部1の中心線と副開孔部2a, 2bの中心線の間隔dは8 μmである。

第2図(b)は露光現像後のウエハー上のレジストパターンの断面形状のシミュレーション結果を示し、5はレジスト膜、6はレジスト主開孔部、7a, 7bはレジスト副開孔部を表す。

単位面積当りの露光量は、主開孔部だけのマスクを用いウエハー上で0.8 μmという幅の広いパターンがマスクの設計寸法通りに開口する場合の単位面積当り露光量と同一にした。

第2図(b)においてバラメータは現像時間である。10秒、20秒、35秒、50秒、65秒と現像時間を増すにつれて、レジスト主開孔部6とレジスト副開孔部7a, 7bの形成が進行して行く状態を示している。現像時間の増加とともにレジスト主開孔部6の側壁は垂直な状態に近づいて行き、60秒を超えるとそれ以上現像時間を延ばしてもレジスト主開孔部6の形状に大幅な変化はない。

0.4 μm幅の開孔が形成される。

このことは現像時間の余裕度が大きいことを示している。

レジスト副開孔部7a, 7bは現像時間を65秒としても貫通孔を形成することなく、光を遮るために十分な厚さを残している。

比較のために、開孔部1だけを有するマスクを用いる従来例を第3図(a)乃至(c)に示す。

第3図(a)は投影露光用マスクの平面図で、開孔部1の幅W₁は2 μmである。

第3図(b)は露光現像されたレジストパターン断面形状のシミュレーション結果を示し、5はレジスト膜、8はレジスト開孔部を表す。

単位面積当りの露光量は第2図(b)の場合と同じである。バラメータは現像時間であり、10秒、20秒、35秒、50秒、65秒と現像時間を増すにつれて、レジスト開孔部8の形成が進行して行く状態を示している。この図を第2図(b)と比較してみると、現像速度が小さく、現像時間を延ばしてもレジスト開孔部8の断面形状は傾斜が大

きく上の開口と下の開口の幅の差が大きい、といった欠点があり、0.4 μm幅の開孔を忠実に形成するのが難しいことがわかる。

第3図(c)は現像速度をあげるため単位面積当りの露光量を1.2倍に上げて露光し現像したレジストパターンの断面形状のシミュレーション結果を示し、5はレジスト膜、9はレジスト開孔部を表す。

この場合は現像速度は大きいが、現像時間の増加とともにレジスト開孔部9の幅が大きくなり、レジスト開孔部9の断面形状は傾斜が大きく、所定の寸法を忠実に得ることが難しい。

なお、本発明の投影露光用マスクは、孤立したパターンの形成に対しては主開孔部の両側に副開孔部を形成するが、スペースの関係で片側にしか形成できない場合でも有效である。

【発明の効果】

以上説明した様に、本発明によれば、ウエハーに形成するパターンの微細化に対して、寸法忠実

度の高いパターンを形成することができる。

しかも、現像余裕度が大きいのでパターンを形成するプロセスが容易である。

本発明は素子の微細化、高性能化に寄与するところが大きい。

5はレジスト膜、

6はレジスト主開孔部、

7a, 7bはレジスト副開孔部、

8, 9はレジスト開孔部

を表す。

代理人 弁理士 井桁貞一



4. 図面の簡単な説明

第1図(a)乃至(c)は本発明の原理を説明するための図。

第2図(a), (b)は実施例を説明するための図。

第3図(a)乃至(c)は従来例を説明するための図

である。

図において、

1は開孔部であって主開孔部、

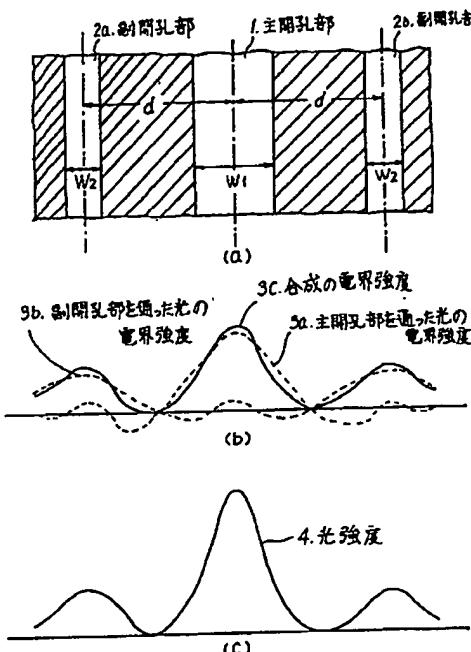
2a, 2bは副開孔部、

3aは主開孔部を通った光の電界強度、

3bは副開孔部を通った光の電界強度、

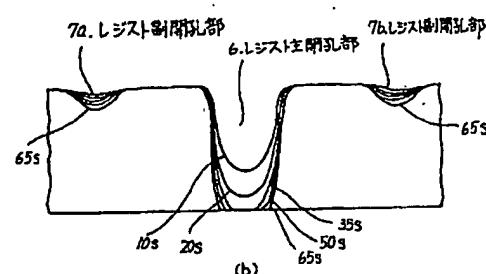
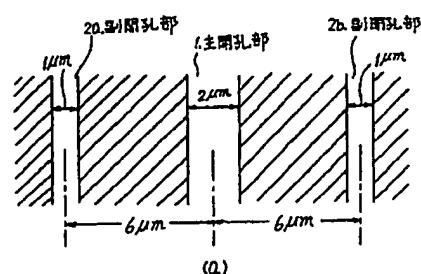
3cは合成の電界強度、

4は光強度、

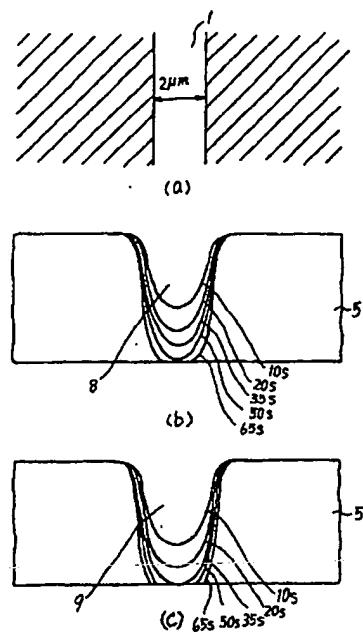


本発明の原理を説明するための図

第1図



実施例
第2図



従来例
第3図